

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH SUDUT BELOKAN DAN PERUBAHAN LUAS PENAMPANG PIPA TERHADAP KERUGIAN MINOR MENGUNAKAN METODE SIMULASI CFD

Muhammad Arief

(2026: xvii + 75 Halaman, 59 Gambar, 9 Tabel, 8 Lampiran)

Sistem perpipaan merupakan komponen penting dalam berbagai aplikasi teknik. Kerugian energi pada sistem perpipaan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi aliran fluida. Kerugian tersebut dapat disebabkan oleh perubahan arah aliran akibat fitting belokan maupun perubahan luas penampang akibat fitting kontraksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut belokan dan perubahan luas penampang pipa terhadap kerugian minor menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan perangkat lunak ANSYS Fluent. Variasi fitting yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas elbow long radius 90°, elbow 90°, elbow 45°, elbow 120°, reducer 2" ke 1½", reducer 2" ke 1", dan reducer 2" ke ¾". Fluida yang digunakan adalah air dengan debit aliran sebesar 30 liter/menit. Simulasi dilakukan menggunakan model turbulensi k- ω SST dengan kondisi batas berupa velocity inlet dan pressure outlet. Parameter yang diamati meliputi distribusi tekanan, distribusi kecepatan, pressure drop (ΔP), serta kerugian minor (hm). Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan luas penampang pipa memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kerugian minor dibandingkan perubahan sudut belokan. Fitting reducer 2" ke ¾" menghasilkan pressure drop tertinggi sebesar 907,39 Pa dengan kerugian minor sebesar 0,0927 m, sedangkan fitting reducer 2" ke 1½" menghasilkan pressure drop terendah sebesar 42,78 Pa dengan kerugian minor sebesar 0,0044 m. Pada variasi sudut belokan, elbow 120° menghasilkan pressure drop tertinggi sebesar 1405,96 Pa dengan kerugian minor sebesar 0,1437 m, sedangkan elbow long radius 90° menghasilkan pressure drop terendah sebesar 253,69 Pa dengan kerugian minor sebesar 0,0259 m. Hasil analisis kontur tekanan, kecepatan, dan streamline menunjukkan bahwa peningkatan sudut belokan menyebabkan terbentuknya secondary flow dan turbulensi yang lebih besar sehingga meningkatkan kerugian energi pada sistem perpipaan.

Kata kunci: Computational Fluid Dynamics (CFD), kerugian minor, perubahan luas penampang, pressure drop, sudut belokan.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF BEND ANGLE AND PIPE CROSS-SECTIONAL AREA VARIATION ON MINOR LOSSES USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) SIMULATION

Muhammad Arief

(2026: xvii + 75 pp., 59 Figures, 9 Tables, 8 Attachments)

Energy losses in piping systems are one of the factors affecting fluid flow efficiency. These losses can be caused by changes in flow direction due to pipe bends and by changes in cross-sectional area due to contraction fittings. This study aims to analyze the effect of bend angles and pipe cross-sectional area changes on minor losses using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method with ANSYS Fluent software. The fitting variations used in this study consisted of a 90° long-radius elbow, 90° elbow, 45° elbow, 120° elbow, 2" to 1½" reducer, 2" to 1" reducer, and 2" to ¾" reducer. Water was used as the working fluid with a flow rate of 30 liters/minute. Simulations were performed using the k- ω SST turbulence model with velocity inlet and pressure outlet boundary conditions. The observed parameters included pressure distribution, velocity distribution, pressure drop (ΔP), and minor loss head (hm). The simulation results indicate that changes in pipe cross-sectional area have a greater effect on minor losses than changes in bend angle. The 2" to ¾" reducer produced the highest pressure drop of 907.39 Pa with a minor loss head of 0.0927 m, while the 2" to 1½" reducer produced the lowest pressure drop of 42.78 Pa with a minor loss head of 0.0044 m. Among the bend angle variations, the 120° elbow generated the highest pressure drop of 1405.96 Pa with a minor loss head of 0.1437 m, whereas the 90° long-radius elbow generated the lowest pressure drop of 253.69 Pa with a minor loss head of 0.0259 m. The pressure contours, velocity contours, and streamline analyses showed that increasing the bend angle promotes stronger secondary flow and turbulence, resulting in higher energy losses within the piping system.

Keywords: Bend angle, Computational Fluid Dynamics (CFD), cross-sectional area variation, minor loss, pressure drop.